

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-055067
 (43)Date of publication of application : 26.02.1999

J1017 U.S. PTO
 10/043140
 01/14/02

(51)Int.Cl.

H03H 9/25
 H03H 9/145
 H03H 9/64

(21)Application number : 09-213412

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

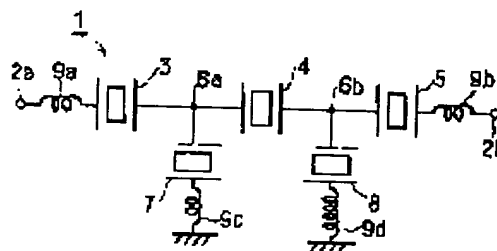
(22)Date of filing : 07.08.1997

(72)Inventor : ATOMIYA TADAMASA

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave(SAW) filter having an expanded frequency range with a large attenuation amount in a low frequency side blocking zone without degrading characteristics in a pass band.
SOLUTION: This filter 1 is provided with a ladder type filter circuit having serial arm resonators 3-5 and parallel arm resonators 7 and 8. In this case, the electrode capacitance of at least one parallel arm resonator 8 between the plural parallel arm resonators 7 and 8 is set larger than that of the parallel arm resonator 7, the length of a bonding wire 9d for connecting this parallel arm resonator 8 to the reference potential of a package is extended longer than a bonding wire for connecting the parallel arm resonator 7 to the reference potential, and the size of additional inductance due to the bonding wire is made different. Thus, attenuation poles are distributed and the attenuation amount in the low frequency side blocking zone is expanded.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平 11 - 55067

(43) 公開日 平成11年(1999)2月26日

(51) Int. Cl.⁶
H03H 9/25
9/145
9/64

識別記号

FI

H03H 9/25 A
9/145 Z
9/64 D
9/64 Z

審査請求 未請求 請求項の数 4

OL

(全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-213412

(22) 出願日 平成9年(1997)8月7日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 後宮 忠正

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

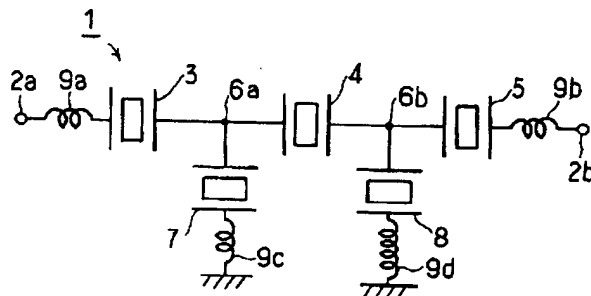
(74) 代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 通過帯域内における特性を劣化させることなく、低周波数側阻止域において減衰量の大きな周波数範囲を拡大し得る弾性表面波フィルタを提供する。

【解決手段】 直列腕共振子3～5と並列腕共振子7、8とを有するラダー型フィルタ回路を備えた弾性表面波フィルタにおいて、複数の並列腕共振子7、8の内少なくとも1個の並列腕共振子8の電極容量が並列腕共振子7よりも大きくされており、該並列腕共振子8をパッケージの基準電位に接続するボンディングワイヤ9dの長さを、並列腕共振子7を基準電位に接続するボンディングワイヤよりも長くし、ボンディングワイヤによる付加インダクタンスの大きさを異ならせることにより減衰極を分散させて低域側の阻止域における減衰量の拡大を図る弾性表面波フィルタ。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入出力端子間を直列腕とし、該直列腕と基準電位との間に複数の並列腕を有するラダー型フィルタ回路を構成するように、圧電基板上に直列腕共振子及び並列腕共振子を形成してなる弾性表面波フィルタ素子と、

前記弾性表面波フィルタ素子を収納しており、かつ弾性表面波フィルタ素子に接続される複数の外部端子を有するパッケージ材と、

前記弾性表面波フィルタ素子の入出力端子及び基準電位端子と、前記パッケージ材の複数の外部端子とをそれぞれ接続している複数のボンディングワイアとを備える弾性表面波フィルタにおいて、

前記複数の並列腕共振子の内、少なくとも 1 個の並列腕共振子の電極容量が、他の並列腕共振子の電極容量と異ならされており、かつ電極容量の最も大きな並列腕共振子とパッケージ材に設けられた基準電位に接続される外部端子との間に接続されたボンディングワイアが、他の並列腕共振子とパッケージ材に設けられた基準電位に接続される外部端子との間に接続されているボンディングワイアよりも長くされていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ。

【請求項 2】 前記弾性表面波フィルタ素子が、複数の直列腕共振子及び複数の並列腕共振子を有し、

前記弾性表面波フィルタ素子の入力端子もしくは出力端子と、該入出力端子に近接した直列腕共振子との間の接続点に接続された並列腕に配置された第 1 の並列腕共振子と、

直列腕共振子間の接続点に接続された並列腕に配置された第 2 の並列腕共振子とを有し、

第 2 の並列腕共振子の電極容量が、第 1 の並列腕共振子の電極容量よりも大きくされている請求項 1 に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 3】 入力端子と該入力端子に近接した直列腕共振子との間の接続点に接続された並列腕、及び出力端子と該出力端子に近接した直列腕共振子との間の接続点に接続された並列腕の双方に前記第 1 の並列腕共振子が配置されており、前記第 2 の並列腕共振子の電極容量が、前記第 1 の並列腕共振子の電極容量の 2 倍よりも大きく、6 倍以下とされていることを特徴とする請求項 2 に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 4】 前記第 2 の並列腕共振子と、パッケージ材に設けられた基準電位に接続される外部端子とを接続しているボンディングワイアの長さが、前記第 1 の並列腕共振子とパッケージ材に設けられた基準電位に接続される外部端子とを接続しているボンディングワイアよりも長くされている請求項 3 に記載の弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電基板上に複数の SAW 共振子を構成してなる弾性表面波フィルタに関し、より詳細には、複数の SAW 共振子がラダー型フィルタ回路を構成するように配置された弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、移動体通信機器において、高周波用の帯域フィルタとして、複数の SAW 共振子を圧電基板上に構成してなる弾性表面波フィルタが知られている。例えば、特公昭 56-19765 号公報には、圧電基板上に複数の SAW 共振子を形成してラダー型フィルタ回路を構成してなる弾性表面波フィルタが開示されている。

【0003】図 11 は、上記先行技術に開示されている弾性表面波フィルタを説明するための模式的平面図である。弾性表面波フィルタ 51 は、矩形的圧電基板 52 を用いて構成されている。圧電基板 52 上には、複数の SAW 共振子が、直列腕共振子 53、54 及び並列腕共振子 55、56 として形成されている。すなわち、入力端子 57 と出力端子 58 との間に構成される直列腕において直列腕共振子 53、54 が直列に接続されている。また、上記直列腕と基準電位との間に、並列腕共振子 55、56 が接続されている。直列腕共振子 53、54 と並列腕共振子 55、56 とは入出力間において交互に配置されている。

【0004】弾性表面波フィルタ 51 では、直列腕共振子 53、54 及び並列腕共振子 55、56 が、何れも、中央にインターデジタルトランスデューサ（以下、IDT）53a、54a、55a、56a を有し、IDT 53a~56a の両側に反射器 53b、53c~56b、56c を形成した構造を有する。

【0005】すなわち、弾性表面波フィルタ 51 では、直列腕共振子 53、54 及び並列腕共振子 55、56 の何れもが、IDT の両側に反射器を配置した 1 ポート型 SAW 共振子により構成されている。

【0006】上記弾性表面波フィルタ 51 の動作原理は以下の通りである。図 12 に電極部分のみを模式的に平面図で示すように、1 ポート型 SAW 共振子 60 は、中央に配置された IDT 61 の両側に反射器 62、63 を配置した構造を有する。IDT 61 は、少なくとも 1 本の電極指を有するくし歯電極 61a と、少なくとも 1 本の電極指を有するくし歯電極 61b とを、互いの電極指が間挿し合うように配置した構造を有する。

【0007】1 ポート型 SAW 共振子 60 では、IDT 61 で励振された表面波が、反射器 62、63 で反射されて定在波とされ、反射器 62、63 間に閉じ込められ、SAW 共振子 60 は高い Q 値を有する共振子として動作する。この SAW 共振子 60 のインピーダンス特性においては、周知のように、共振周波数 f_r 付近でインピーダンスが低くなる極が存在し、反共振周波数 f_a に

においてインピーダンスが高くなる極が現れる。

【0008】弾性表面波フィルタ51では、上記1ポート型SAW共振子のインピーダンス特性を利用して通過帯域を得ている。すなわち、直列腕共振子53、54の共振周波数 f_r と、並列腕共振子55、56の反共振周波数 f_a とを一致させることにより、この一致された周波数付近において入出力インピーダンスを特性インピーダンスと整合させており、それによって通過帯域を構成している。

【0009】また、1ポート型SAW共振子は上記インピーダンス特性を有するため、直列腕共振子53、54の反共振周波数付近では非常に高インピーダンスとなり、並列腕共振子55、56の共振周波数付近では非常に低インピーダンスとなるため、弾性表面波フィルタ51では、これらの周波数を極とする減衰域が形成される。

【0010】弾性表面波フィルタ51では、直列腕共振子53、54及び並列腕共振子55、56が上記のように構成されているため、挿入損失の低減を図ることができ、かつ通過帯域近傍における減衰量が比較的大きくなるとされている。

【0011】また、特開平5-183380号公報には、弾性表面波フィルタ51と同様に構成されており、さらに、並列腕共振子にインダクタンスを加え、それによって広帯域とした弾性表面波フィルタが開示されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】近年、携帯電話などの移動体通信機器においては、送信周波数帯域及び受信周波数帯域の拡大が強く求められている。従って、これらの機器に用いられる帯域フィルタにおいても、広帯域化が要求されている。加えて、これらの機器に用いられる帯域フィルタでは、阻止域における減衰量の拡大が強く求められている。すなわち、送信用フィルタにおいては受信用周波数帯域において、受信用フィルタでは送信用周波数帯域において大きな減衰量が得られなければならない。

【0013】ところで、移動体通信機器の帯域フィルタでは、上記阻止域の周波数は、通過帯域の近傍に位置している。他方、ラダー型回路を有する弾性表面波フィルタは上述した原理で動作するものであるため、通過帯域近傍における減衰量が比較的大きく、従ってラダー型回路構成の弾性表面波フィルタは移動体通信機器の帯域フィルタとして適切な特性を有するものである。

【0014】しかしながら、ラダー型回路を有する弾性表面波フィルタでは、減衰極付近では減衰量が非常に大きい、この減衰極の周波数範囲が狭いため、減衰極の周波数を外れると急激に減衰量が小さくなる。すなわち、通過帯域近傍における阻止域において、上記減衰極の周波数付近では大きな減衰量を得ることができるが、

減衰量の大きな周波数領域が比較的狭いため、減衰量の大きな周波数範囲の拡大が強く求められている。

【0015】ラダー型回路を有する弾性表面波フィルタにおいて阻止域における減衰量が大きな部分の周波数領域を拡げる方法としては、従来、①並列腕共振子と直列腕共振子との容量比を大きくする方法、あるいは②複数の並列腕共振子を用い、並列腕共振子の共振周波数を異ならせることにより複数の減衰極を分散配置する方法が試みられている。

【0016】しかしながら、①容量比によって減衰量を拡大すると、挿入損失が悪化するという問題があった。また、②のように複数の並列腕共振子の共振周波数を異ならせる場合には、通過帯域内でインピーダンス整合をとることができなくなり、反射損失が増大するという問題があった。

【0017】すなわち、通過帯域近傍の阻止域において減衰量の大きな周波数範囲を拡大する従来の方法では、挿入損失の増大により限界があり、その改善が強く求められていた。

【0018】本発明の目的は、挿入損失を増大させることなく、通過帯域の低周波数側の阻止域における減衰量の大きな周波数領域を拡大し得る、ラダー型フィルタ回路を有する弾性表面波フィルタを提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、入出力端子間を直列腕とし、該直列腕と基準電位との間に複数の並列腕を有するラダー型フィルタ回路を構成するように、圧電基板上に直列腕共振子及び並列腕共振子を形成してなる弾性表面波フィルタ素子と、前記弾性表面波フィルタ素子を収納しており、かつ弾性表面波フィルタ素子に接続される複数の外部端子を有するパッケージ材と、前記弾性表面波フィルタ素子の入出力端子及び基準電位端子と、前記パッケージ材の複数の外部端子とをそれぞれ接続している複数のボンディングワイヤとを備える弾性表面波フィルタにおいて、前記複数の並列腕共振子の内、少なくとも1個の並列腕共振子の電極容量が、他の並列腕共振子の電極容量と異ならされており、かつ電極容量の最も大きな並列腕共振子とパッケージ材に設けられた基準電位に接続される外部端子との間に接続されたボンディングワイヤが、他の並列腕共振子とパッケージ材に設けられた基準電位に接続される外部端子との間に接続されているボンディングワイヤよりも長くされていることを特徴とする。

【0020】前述したように、ラダー型回路構成を有する弾性表面波フィルタにおいて、通過帯域よりも低周波数側の阻止域における減衰特性は、並列腕共振子の共振周波数におけるインピーダンス特性に依存する。従って、低周波数側の阻止域における減衰量の大きな周波数領域を拡大するには、並列腕共振子を複数個用い、これらの共振周波数を異ならせることにより、周波数の異なる

る複数の減衰極を分散配置すればよい。しかしながら、この方法では、反共振周波数も変化するため、通過帯域内におけるインピーダンス整合がとれなくなり、挿入損失が悪化することになる。

【0021】請求項1に記載の発明では、上記のような問題点を鑑み、複数の並列腕共振子を用いた弾性表面波フィルタにおいて、ボンディングワイアを利用して複数の並列腕共振子に直列にインダクタンス素子を付加し、それによって並列腕共振子の反共振周波数付近のインピーダンス特性の変化を抑制し、他方、複数の並列腕共振子の共振周波数の分散により減衰量の大きな周波数領域の拡大を図ったことに特徴を有する。

【0022】本発明のより特定の局面では、請求項2に記載のように、前記弾性表面波フィルタ素子が、複数の直列腕共振子及び複数の並列腕共振子を有し、前記弾性表面波フィルタ素子の入力端子もしくは出力端子と、該入力端子に近接した直列腕共振子との間の接続点に接続された並列腕に配置された第1の並列腕共振子と、直列腕共振子間の接続点に接続された並列腕に配置された第2の並列腕共振子とを有し、第2の並列腕共振子の電極容量が、第1の並列腕共振子の電極容量よりも大きくされている。

【0023】また、本発明のより特定の局面では、請求項3に記載のように、入力端子と該入力端子に近接した直列腕共振子との間の接続点に接続された並列腕、及び出力端子と該出力端子に近接された直列腕共振子との間の接続点に接続された並列腕の双方に前記第1の並列腕共振子が配置されており、前記第2の並列腕共振子の電極容量が、前記第1の並列腕共振子の電極容量の2倍よりも大きく、6倍以下とされている。

【0024】さらに、より好ましくは、請求項4に記載のように、前記第2の並列腕共振子と、パッケージ材に設けられた基準電位に接続される外部端子とを接続しているボンディングワイアの長さが、前記第1の並列腕共振子とパッケージ材に設けられた基準電位に接続される外部端子とを接続しているボンディングワイアよりも長くされており、それによって減衰量の大きな周波数領域のより一層の拡大を図ることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る弾性表面波フィルタを、図示の構造例に従って説明する。図1は、本発明に係る弾性表面波フィルタの一構造例を説明するための模式的平面図であり、図2はその等価回路を示す図である。

【0026】図2に示すように、弾性表面波フィルタ1では、入力端子2aと出力端子2bとの間に構成される直列腕に、直列腕共振子3、4、5が挿入されている。直列腕共振子3、4間の接続点6aと基準電位との間に並列腕が構成されており、該並列腕に並列腕共振子7が挿入されている。同様に、直列腕共振子4、5間の接続

点6bと基準電位との間にも並列腕が構成されており、該並列腕に並列腕共振子8が接続されている。

【0027】後述の構造例から明らかなように直列腕共振子3、4、5及び並列腕共振子7、8はパッケージ材の外部と接続するための外部端子にボンディングワイアにより接続されている。本構造例では、このボンディングワイアによるインダクタンス9a~9dが各共振子に直列に挿入されることになる。

【0028】すなわち、直列腕共振子3と入力端子2aとを接続しているボンディングワイアによりインダクタンス9aが、直列腕共振子5と出力端子2bとを接続しているボンディングワイアによりインダクタンス9bが、それぞれ直列腕共振子3、5に直列に挿入されている。同様に、並列腕共振子7、8を基準電位に接続されるパッケージ材の外部端子と接続している各ボンディングワイアにより、それぞれ、インダクタンス9c、9dが挿入されている。

【0029】弾性表面波フィルタ1では、並列腕共振子7、8の電極容量が異ならされており、並列腕共振子8の電極容量が並列腕共振子7の電極容量よりも大きくされている。また、並列腕共振子8を基準電位に接続しているボンディングワイアによるインダクタンス9dが、並列腕共振子7を基準電位に接続しているボンディングワイアによるインダクタンス9cよりも大きくなるように、インダクタンス9dを構成するためのボンディングワイアが相対的に長くされている。

【0030】図2に示した弾性表面波フィルタ1の具体的な構造を図1を参照して説明する。弾性表面波フィルタ1では、パッケージ材10の中央開口内に弾性表面波フィルタ素子12が配置されている。なお、特に図示はしないが、パッケージ材10の中央開口10aを閉成するように蓋材（図示せず）が取り付けられ、弾性表面波フィルタ素子12はパッケージ構造内に密封されている。

【0031】パッケージ材10は、アルミナなどの絶縁性セラミックスまたは合成樹脂などの適宜の絶縁性材料により構成されている。また、パッケージ材10の開口10aの両側には、段部10b、10bが形成されており、段部10b、10b上に、外部端子11a~11fが形成されている。

【0032】外部端子11a~11fは、銅やアルミニウムなどの導電性材料からなる薄膜もしくは厚膜により形成されており、図1では必ずしも明確ではないが、段部10b上からパッケージ材10の外側面に至るように形成されており、パッケージ材10の外側面により外部と電気的に接続され得るように配置されている。外部端子11a~11fは、弾性表面波フィルタ素子12の後述する各共振子とボンディングワイアにより接続されている。

【0033】弾性表面波フィルタ素子12は、矩形の圧

電基板13を用いて構成されている。圧電基板13としては、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 または水晶などの圧電単結晶もしくはチタン酸ジルコン酸鉛系圧電セラミックスのような圧電セラミックスにより構成することができる。本構造例では、 36° Yカット LiTaO_3 基板により圧電基板13が構成されている。

【0034】圧電基板13上には、導電性材料、例えばAlにより、直列腕共振子3～5及び並列腕共振子7、8が形成されている。直列腕共振子3は、互いの電極指が間挿し合うように配置されたIDT3aと、IDT3aの両側に配置された反射器3b、3cとを有する1ポート型SAW共振子である。同様に、直列腕共振子4、5も、IDTと、IDTの両側に配置された反射器とを有する。さらに、並列腕共振子7、8についても、同様に、中央に配置されたIDTと、IDTの両側に配置された反射器とを備える。

【0035】弾性表面波フィルタ1では、外部端子11a～11fの内、外部端子11bが入力端子として用いられ、外部端子11eが出力端子として用いられる。外部端子11bには、ボンディングワイヤ9Aにより直列腕共振子3のIDT3aの一方のくし歯電極が接続されている。他方、導電パターン14aにより直列腕共振子3、4が接続されており、導電パターン14bにより直列腕共振子4、5が接続されている。また直列腕共振子5のIDTの一方のくし歯電極がボンディングワイヤ9Bにより外部端子11eに接続されている。従って、入力端子としての外部端子11bと、出力端子としての外部端子11eとの間に直列腕が構成されており、該直列腕に直列腕共振子3、4、5が挿入されている。

【0036】他方、並列腕共振子7は、直列腕共振子3、4間の接続点と基準電位との間に接続されている。この基準電位と並列腕共振子7との接続は、IDTの一方のくし歯電極を、基準電位に接続される外部端子11cに対してボンディングワイヤ9Cにより接続することにより行われている。さらに、並列腕共振子8は、直列腕共振子4、5との間の接続点と基準電位との間に接続されている。並列腕共振子8の基準電位への接続は、並列腕共振子8のIDTの一方のくし歯電極をボンディングワイヤ9Dにより、基準電位に接続される外部端子11dに接続することにより行われている。

【0037】従って、弾性表面波フィルタ1では、上記*

1

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_1 \cdot L_s}} \dots \dots (1)$$

【0043】

*ボンディングワイヤ9A～9Dにより、図2に示したインダクタンス9a～9dが構成されることになる。また、前述したとおり、並列腕共振子8の電極容量は、並列腕共振子7の電極容量よりも大きくされている。本構造例では、並列腕共振子8のIDTにおける電極間対向面積（すなわち、一方のくし歯電極と他方のくし歯電極との間の電極間対向面積）を、並列腕共振子7における電極間対向面積の2.5倍とすることにより、並列腕共振子8の電極容量を、並列腕共振子7の電極容量の2.5倍としている。

【0038】また、ボンディングワイヤ9Dが、ボンディングワイヤ9Cよりも長くされている。従って、図2に示すインダクタンス9dが、インダクタンス9cよりも大きくされている。

【0039】なお、本発明において、複数の並列腕共振子の電極容量を異ならせる方法としては、上記のように電極間対向面積を変える方法の他、電極指交差幅を変える方法、あるいは電極指の対数を変化させる方法なども用いることができる。あるいは同一周波数のSAW共振子を複数個直列もしくは並列に接続して、一個の並列腕共振子を構成することにより、該並列腕共振子の電極容量を調整させてもよい。すなわち、本発明において、並列腕共振子は、一個のSAW共振子により構成される必要は必ずしもない。

【0040】次に、弾性表面波フィルタ1において、上記並列腕共振子7、8の電極容量が異ならされていること、並びにボンディングワイヤ9Dがボンディングワイヤ9Cよりも長くされていることにより、通過帯域の低周波数側の阻止域において減衰量の大きな周波数範囲の拡大が図られることを説明する。

【0041】1ポート形SAW共振子の等価回路は、図3に示すとおりである。図3において、 L_1 、 C_1 、 R_1 は、それぞれ、弾性表面波を励振した場合の共振を表す誘導成分、容量成分及び抵抗成分を示す。 C_0 は、IDTの電極指の電極間容量を、 L_s は共振子に接続された外部インダクタンスである。外部インダクタンス L_s が存在しない場合、共振子の共振周波数 f_r 及び反共振周波数 f_a は、抵抗成分 R_1 を無視すると、次の式(1)及び(2)で表される。

【0042】

【数1】

【数2】

$$f_a = \frac{1}{2\pi \sqrt{\left(\frac{C_1 \cdot C_0}{C_1 + C_0}\right) L_1}} \dots \dots (2)$$

【0044】他方、外部インダクタンス L_s が挿入され
ると、共振周波数 f_r' が次の式(3)により与えら
れる。 * 【0045】
【数3】

$$f_r' = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_1 (L_1 + L_s)}} \dots \dots (3)$$

【0046】従って、式(3)から明らかなように、外
部インダクタンス L_s を付加すれば、共振周波数を低下
させることができる。他方、反共振周波数については、
外部インダクタンス L_s を付加したとしても、式(2)
と同じであるため、外部インダクタンス L_s を挿入した
としても反共振周波数 f_a は変化しない。 ※

※ 【0047】また、外部インダクタンス L_s を挿入した
ことによる共振周波数の変化量を $\Delta f_r = (f_r' - f_r)$
は、次の式(4)で表される。

【0048】
【数4】

$$\Delta f_r = f_r \left\{ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{L_s}{L_1}}} \right\} \dots \dots (4)$$

【0049】よって、式(4)から明らかなように、S
AW共振子の等価インダクタンス L_1 が小さくなればな
るほど、あるいは外部インダクタンス L_s が大きくなれ
ばなるほど、共振周波数の変化量 Δf_r が大きくなる。
他方、等価インダクタンス L_1 を小さくするには、SA
W共振子のインピーダンスを低くすればよく、従って共
振子の電極容量を大きくすれば、等価インダクタンス L_1
を小さくすることができる。また、外部インダクタン
ス L_s については、上記ボンディングワイヤによるイン
ダクタンスが必然的に導入されるため、ボンディングワ
イヤを長くすれば、外部インダクタンス L_s を大きくす
ることができる。なお、前述したとおり反共振周波数に
ついては、外部インダクタンス L_s の値により変化しな
いため、ボンディングワイヤを長くしたとしても、通過
帯域内の特性は劣化しない。

【0050】よって、複数の並列腕共振子を有する弾性
表面波フィルタ1では、並列腕共振子7、8の共振周波
数を異ならせることにより、通過帯域よりも低周波数側
の阻止域においてそれぞれの共振周波数による減衰極を
分散させて減衰量の大きな周波数範囲の拡大が図られて
いる。しかも、上記のように、並列腕共振子8の電極容
量を並列腕共振子7の電極容量よりも大きくし、ボンデ
ィングワイヤ9Dの長さをボンディングワイヤ9Cの長
さよりも長くすることにより、共振周波数差 Δf_r を得
ているため、通過帯域よりも低域側の減衰量の大きな周
波数範囲を拡大させているだけでなく、それぞれの反共
振周波数は変化しないため、通過帯域の特性に影響を与
えることなく阻止域における減衰量の大きな周波数範囲

を拡大することができる。

【0051】弾性表面波フィルタ1の減衰量周波数特性
を、図4に実線Aで、並びにその要部を右側のスケール
に従って拡大した特性を実線Bで示す。図4に示す特性
は、弾性表面波フィルタ1において、直列腕共振子3、
5の電極指の対数=100、電極指交差幅=130 μ m
とし、直列共振子4の電極指の対数=70、電極指交差
幅=100 μ m、並列腕共振子7の電極指の対数=6
0、電極指交差幅=90 μ m、電極間容量=2.5pF
とし、並列腕共振子8の電極指の対数=60、電極指交
差幅=230 μ m、電極間容量=6.3pFとし、ボン
ディングワイヤ9Cの長さ=約2mm、ボンディングワ
イヤ9Dの長さ=約1mmとした場合の特性を示す。

【0052】比較のために、並列腕共振子8を並列腕共
振子7と同様に構成し、かつボンディングワイヤ9C、
9Dの長さを同一すなわち約1mmとした場合の弾性表
面波フィルタの減衰量周波数特性を図13に実線Cで、
並びにその要部を右側のスケールに従って拡大した特性
を実線Dで示す。図4に示した減衰量周波数特性と、図
13に示した減衰量周波数特性を比較すれば、弾性表面
波フィルタ1では、通過帯域よりも低周波数側の阻止域
において、減衰量を約5dB大きくすることができ、か
つ減衰量が23dBの周波数範囲を約40%拡大し得る
ことがわかる。すなわち、減衰極では、減衰量が小さく
なるものの、必要とされる阻止域の周波数範囲では、減
衰量の最小値を増大させることができる。

【0053】図5は、本発明の弾性表面波フィルタの第
2の構造例を説明するための模式的平面図であり、図6

はその等価回路を示す図である。図6から明らかなように、弾性表面波フィルタ21では、入力端子2aと出力端子2bとの間に構成された直列腕に、2個の直列腕共振子22、23が挿入されている。また、入力端子2aと直列腕共振子22との間の接続点24aと基準電位との間に接続された並列腕に並列腕共振子25が挿入されている。直列腕共振子22、23間の接続点24bと基準電位との間に接続された並列腕に並列腕共振子26が接続されている。さらに、直列腕共振子23と出力端子2bとの間の接続点24cと基準電位との間に接続された並列腕に並列腕共振子27が挿入されている。

【0054】インダクタンス29a~29eは、それぞれ、ボンディングワイヤによるインダクタンス分を示し、図2に示したインダクタンス9a~9dと同様である。もっとも、弾性表面波フィルタ21では、インダクタンス29dが、インダクタンス29c、29eよりも大きくなるように、後述のボンディングワイヤ29Dの長さがボンディングワイヤ29C、29Eよりも長くされている。

【0055】また、入出力端子2a、2bと、入出力端子2a、2bに近接された直列腕共振子22、23との間の接続点24a、24cに接続された並列腕に配置されている第1の並列腕共振子としての並列腕共振子25、27の電極間容量は等しくされている。他方、直列腕共振子22、23間の接続点24bに接続された並列腕に配置された第2の並列腕共振子26の電極間容量は、第1の並列腕共振子25、27の2倍とされている。

【0056】図5に示すように、弾性表面波フィルタ21では、上記のように構成された弾性表面波フィルタ素子30がパッケージ材10の開口10a内に配置されている。なお、パッケージ材10の構造については、弾性表面波フィルタ1の場合と同様であるため、同一部分については、同一の参照番号を付することにより、その説明は省略する。

【0057】弾性表面波フィルタ21では、入力端子としての外部端子11bに、直列腕共振子22がボンディングワイヤ29Aにより接続されている。また、直列腕共振子23は、ボンディングワイヤ29Bにより出力端子としての外部端子11eに電氣的に接続されている。直列腕共振子22、23は、図1に示した直列腕共振子3と同様に中央にIDTを有し、両側に反射器を配置した1ポート型SAW共振子により構成されている。直列腕共振子22、23は、導電パターン31aにより互いに直列に接続されている。

【0058】並列腕共振子25、26、27についても、両側に反射器を有する1ポート型SAW共振子で構成されている。並列腕共振子25は、基準電位に接続される外部端子11aに対してボンディングワイヤ29Cにより電氣的に接続されている。並列腕共振子26は、

基準電位に接続される外部端子11dに対し、ボンディングワイヤ29Dにより電氣的に接続されている。さらに、並列腕共振子27は、基準電位に接続される外部端子11fにボンディングワイヤ29Eにより電氣的に接続されている。

【0059】弾性表面波フィルタ21では、圧電基板13は、36° YカットLiTaO₃基板により構成されており、上述した各共振子22、23、25~27及び導電パターン31aは、アルミニウムを圧電基板13上に蒸着し、パターニングすることにより形成されている。

【0060】一般にラダー型フィルタのインピーダンス整合を図るには、1個の直列腕共振子と1個の並列腕共振子の組み合わせを1つのブロックとし、複数のブロックの入出力を反転させて縦続接続させる。この方法では、入出力端側に配置された並列腕共振子のインピーダンスが他の並列腕の並列腕共振子のインピーダンスの2倍となる。従って、図6に示した等価回路において、第2の並列腕共振子26のインピーダンスが第1の並列腕共振子25、27の1/2の場合、インピーダンス整合が図られることとなる。

【0061】この場合、前述した式(4)から、並列腕共振子26を基準電位に接続しているボンディングワイヤ29Dを長くすれば、並列腕共振子26の共振周波数の変化を最も大きくすることができ、それによって通過帯域よりも低周波数側の減衰量の大きな周波数範囲を拡大することができる。従って、弾性表面波フィルタ21においても、直列腕共振子間の接続点に接続された並列腕に配置された上記第2の並列腕共振子としての並列腕共振子26の電極容量を相対的に大きくした構造において、該並列腕共振子26の基準電位に接続されるボンディングワイヤの長さを相対的に長くすることにより、弾性表面波フィルタ1の場合と同様に、通過帯域よりも低周波数側の阻止域における減衰量の大きな周波数範囲を拡大し得ることがわかる。

【0062】図7は、弾性表面波フィルタ21の減衰量周波数特性を示す図であり、実線Eは実線Fで示す特性の要部を右側のスケールに従って拡大した特性である。この減衰量周波数特性は、直列腕共振子22、23を、電極指の対数=95、電極指の交差幅=60μm、電極間容量=2.6pFとし、並列腕共振子25、27の電極指の対数=80、電極指交差幅=60μm、電極間容量=2.2pFとし、並列腕共振子26の電極指の対数=80、電極指交差幅=120μm、電極間容量=4.42pFとし、ボンディングワイヤ29Dの長さを2mm、ボンディングワイヤ29C、29Eの長さを1mmとした場合の特性を示す。図7に示した特性を、図14に示した特性と比べれば明らかなように、本構造例においても、通過帯域よりも低周波数側において、減衰量を約5dB拡大し得ることがわかる。

【0063】図8は、本発明に係る弾性表面波フィルタの第3の構造例を説明するための模式的平面図である。第3の構造例に係る弾性表面波フィルタ41は、並列腕共振子3素子及び直列腕共振子2素子の5素子構成を有するものであり、物理的な構成自体は、図5に示した第2の構造例と同様である。従って、相当の部分については、相当の参照番号を付することによりその説明は省略する。

【0064】弾性表面波フィルタ41が、弾性表面波フィルタ21と異なるところは、第2の並列腕共振子26の電極容量を、第1の並列腕共振子としての並列腕共振子25、27の電極容量の4倍としていることにある。すなわち、並列腕共振子26の電極面積を並列腕共振子25、27の電極面積の4倍としていることを除いては、図5に示した弾性表面波フィルタ21と同様に構成されている。

【0065】第2の構造例に係る弾性表面波フィルタ21では、第2の並列腕共振子26の電極容量を、第1の並列腕共振子25、27の電極容量の2倍とすることにより、通過帯域におけるインピーダンス整合を図っていた。しかしながら、第2の構造例では、減衰域を拡大する場合に、大きなインダクタンスを付加することが必要となる。他方、弾性表面波フィルタのパッケージは、年々小型化が進んでおり、上記のようにボンディングワイアによってインダクタンス部を挿入するにはその大きさに限界がある。そこで、より小さなインダクタンスを付加することにより、共振周波数を変える必要がある。

【0066】第3の構造例では、上記要求を満たすために、並列腕共振子26の電極容量をより一層大きくし、第1の並列腕共振子25、27の電極容量を小さくすることにより、第2の並列腕共振子26の共振周波数の変化量を大きくすることにより、通過帯域よりも低域側の阻止域における減衰量の大きな周波数域を拡大することが可能とされている。もっとも、前述したとおり、通過帯域内におけるインピーダンス整合を図るには、第2の並列腕共振子26と、第1の並列腕共振子25、27の電極容量比は2対1が理想である。インピーダンス差が大きくなりすぎると、上記インピーダンス整合を図ることはできなくなる。従って、実用可能な容量比の範囲はインピーダンス整合を考慮すると、自ずと限定されることになる。

【0067】図9は、中央の第2の並列腕共振子26と両側の第1並列腕共振子25、27の電極容量比を変化させた場合のVSWR（電圧定在波比）の変化を示す図である。一般に、高周波数用フィルタでは、VSWRは2以下であることが望ましいが、図9から明らかなように、電極容量比が6倍以上になると、VSWRが急激に増加する。従って、第2の並列腕共振子の電極容量の第1の並列腕共振子の電極容量に対する比は6倍以下とすることが望ましいことがわかる。

【0068】上記のように、VSWRの値が2を超えない範囲で、第2の並列腕共振子の電極容量を大きくすることにより、フィルタ特性の劣化を招くことなく、通過帯域の低周波数側阻止域における減衰量の大きな周波数範囲を拡大することができる。従って、第2の並列腕共振子に接続されるボンディングワイアの長さを長くすれば、より一層第2の並列腕共振子の共振周波数を下げることができるため、低域側の阻止域において、減衰量の大きな周波数範囲を拡大することができる。

【0069】図10に弾性表面波フィルタ41の減衰量周波数特性を示す。なお、実線Gは実線Hで示す特性の要部を右側のスケールで拡大した特性である。図10から、第3の構造例の弾性表面波フィルタ41においても、低域側の阻止域における減衰量が約5dB拡大し得ることがわかる。

【0070】

【発明の効果】請求項1に記載の発明に係る弾性表面波フィルタでは、複数の並列腕共振子の電極容量が異ならされており、かつ電極容量の最も大きな並列腕共振子と基準電位とを接続するボンディングワイアの長さが、他の並列腕共振子の基準電位に接続されるボンディングワイアよりも長くされているため、上記長さの異なるボンディングワイアによる並列腕共振子に直列に挿入されるインダクタンスの大きさが異なられることにより、通過帯域よりも低域側の阻止域における減衰量の大きな範囲を広げることができ、かつ上記構成によれば通過帯域における並列腕共振子の反共振周波数は変化しないため、通過帯域内特性の劣化は招かない。

【0071】従って、通過帯域の特性の劣化を生じることなく、低周波数側の阻止域において、減衰量の大きな周波数範囲を拡大し得るので、本発明に係る弾性表面波フィルタは、例えば移動体通信器の送信用フィルタや受信用フィルタとして好適に用いることができる。

【0072】本発明に係る弾性表面波フィルタでは、請求項2に記載のように、複数の直列腕共振子と複数の並列腕共振子とを有し、入出力端子と、入出力端子に近接した直列腕共振子との間の接続点に並列腕が接続されている構成においても、該入出力端に近接して配置された並列腕に挿入された第1の並列腕共振子に比べて、直列腕共振子間の接続点に接続された並列腕に配置された第2の並列腕共振子の電極容量を大きくすることにより、通過帯域の低周波数側の阻止域において減衰量の大きな周波数範囲を拡大することができる。

【0073】また、請求項3に記載のように、上記第2の並列腕共振子の電極容量を、第1の並列腕共振子の電極容量の2倍よりも大きく、6倍以下とした場合には、VSWRの増大を抑制しつつ、通過帯域よりも低周波数側の阻止域の減衰量の大きな周波数範囲をより一層拡大し得るため、第2の並列腕共振子に接続されるボンディングワイアの長さをさほど長くせずとも通過帯域の低周

波数側の阻止域における減衰量を拡大することができ、弾性表面波フィルタの小型化にも寄与することができる。

【0074】請求項4に記載の発明では、請求項3に記載の発明に係る弾性表面波フィルタにおいて、さらに、第2の並列腕共振子と基準電位とを接続しているボンディングワイアの長さが、第1の並列腕共振子と基準電位との間に接続されるボンディングワイアよりも長くされているため、より一層通過帯域の低周波数側の阻止域における減衰量の大きな周波数範囲を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る弾性表面波フィルタの一構造例を説明するための模式的平面図。

【図2】本発明に係る弾性表面波フィルタの一構造例の等価回路を示す図。

【図3】1ポート型SAW共振子の等価回路を説明するための図。

【図4】本発明の一構造例に係る弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示す図。

【図5】本発明の第2の構造例に係る弾性表面波フィルタを説明するための模式的平面図。

【図6】図5に示した弾性表面波フィルタの等価回路を示す図。

【図7】図5に示した弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示す図。

【図8】本発明の弾性表面波フィルタの第3の構造例を説明するための模式的平面図。

【図9】第1、第2の並列腕共振子の電極容量比とVSWRとの関係を示す図。

【図10】本発明の第3の構造例に係る弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示す図。

【図11】従来の弾性表面波フィルタの一例を説明するための模式的平面図。

【図12】1ポート型SAW共振子を説明するための拡大平面図。

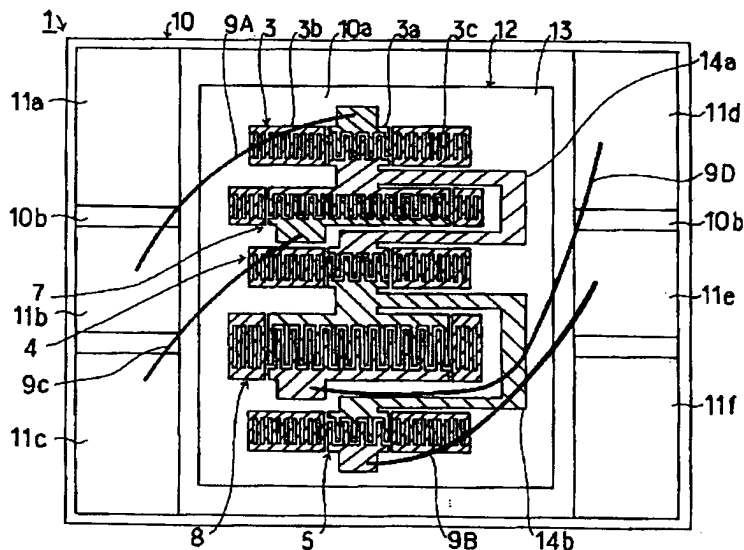
【図13】従来の弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示す図。

【図14】従来の弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示す図。

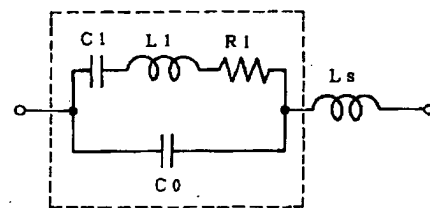
【符号の説明】

- 1…弾性表面波フィルタ
- 2a…入力端子
- 2b…出力端子
- 3, 4, 5…直列腕共振子
- 6a, 6b…接続点
- 7, 8…並列腕共振子
- 9a~9d…インダクタンス
- 9A~9D…ボンディングワイア
- 10…パッケージ材
- 11a~11f…外部端子
- 12…弾性表面波フィルタ素子
- 13…圧電基板
- 21…弾性表面波フィルタ
- 22, 23…直列腕共振子
- 25~27…並列腕共振子
- 24a, 24b, 24c…接続点
- 29a~29e…インダクタンス
- 29A~29E…ボンディングワイア
- 30 41…弾性表面波フィルタ

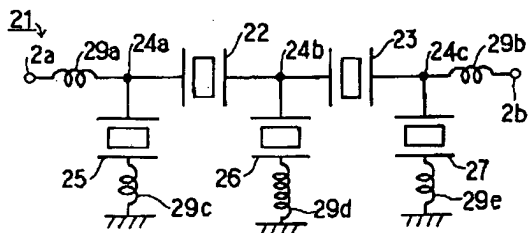
【図1】



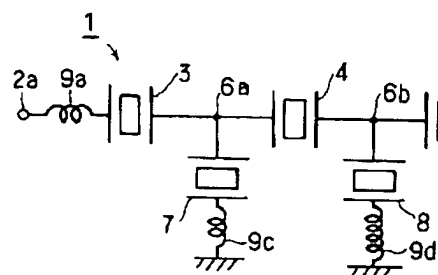
【図3】



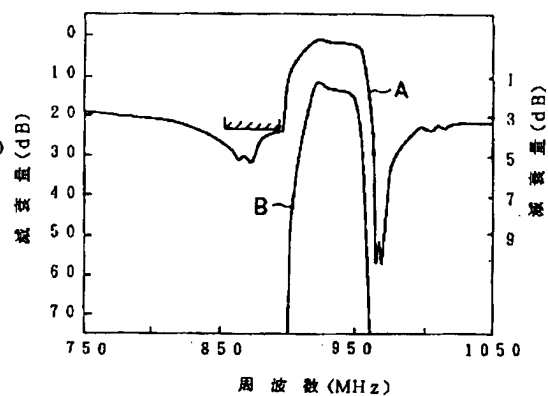
【図6】



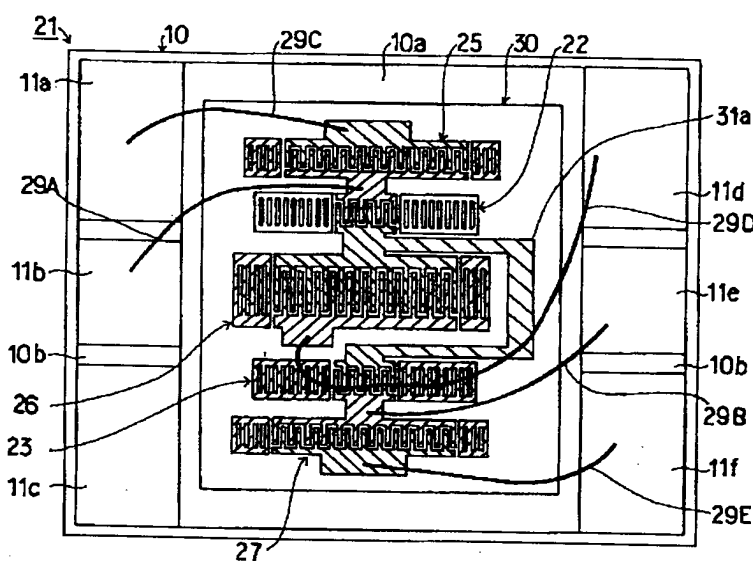
【図2】



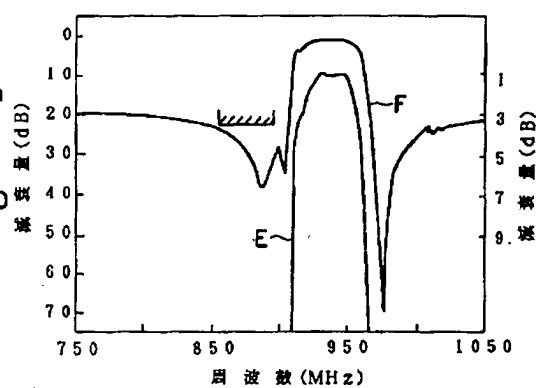
【図4】



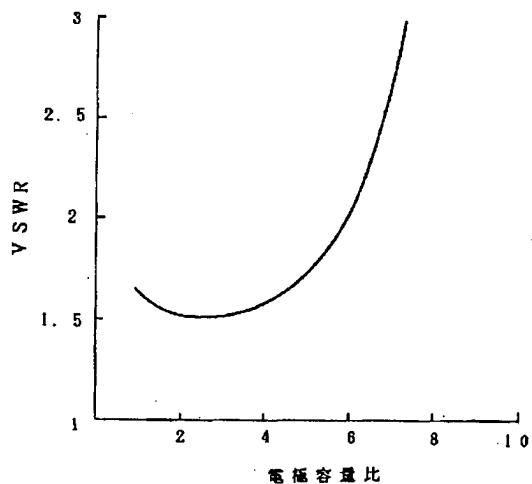
【図5】



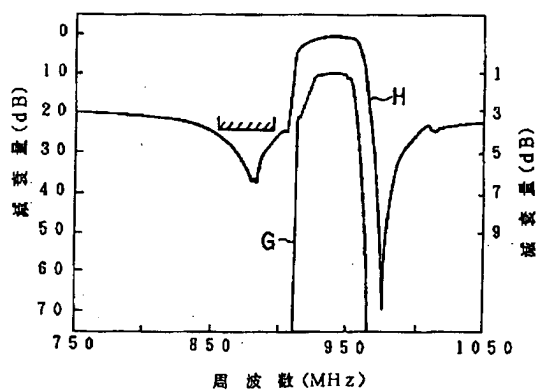
【図7】



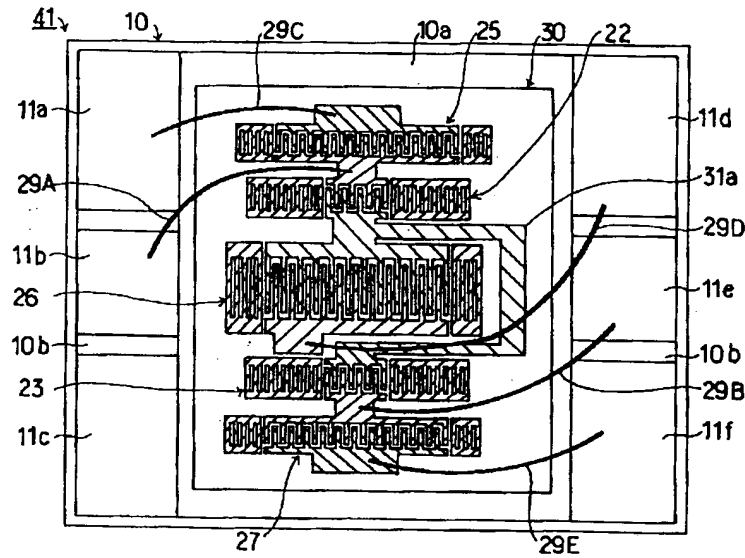
【図9】



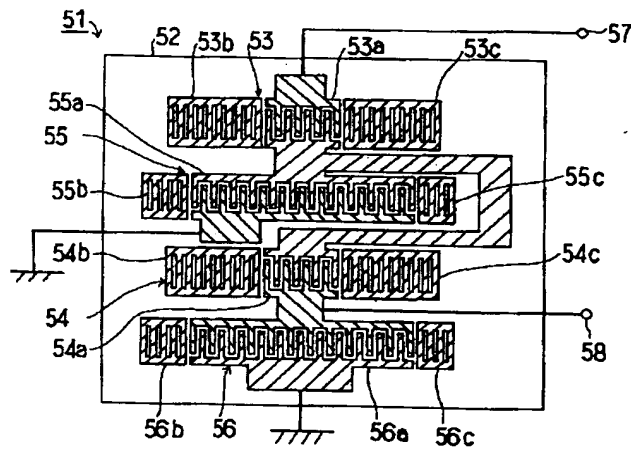
【図10】



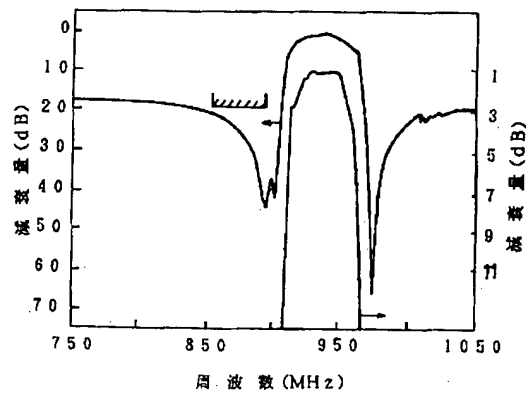
【図 8】



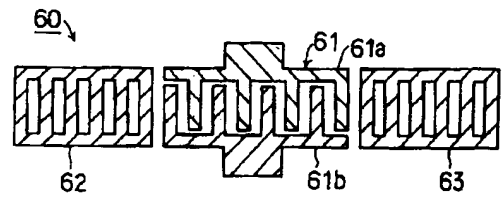
【図 11】



【図 14】



【図 12】



【図 13】

